



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 19 582 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
H 01 B 7/30
H 01 B 13/00

⑳ Aktenzeichen: 195 19 582.5
㉔ Anmeldetag: 28. 5. 95
㉕ Offenlegungstag: 12. 12. 98

DE 195 19 582 A 1

㉑ **Anmelder:**
Dätwyler AG Kabel und Systeme, Altdorf, CH

㉒ **Vertreter:**
von Samson-Himmelstjerna und Kollegen, 80538
München

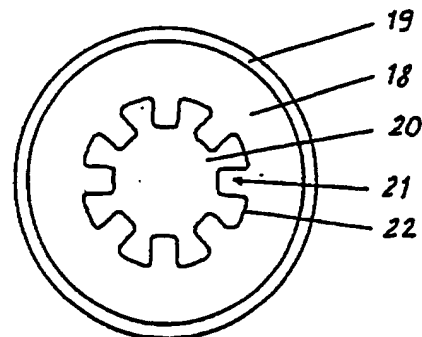
㉓ **Erfinder:**
Erfinder wird später genannt werden

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**
DE-PS 5 81 248
DE-AS 11 04 578
DE 39 11 172 A1
DE-OS 14 40 838
DE 81 08 569 U1
DE 80 24 895 U1
GB 13 80 815

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Ader für einen sich ändernden elektrischen Strom, sowie Verfahren zu deren Herstellung**

⑤⑦ Um die Auswirkungen des Skineffektes in einer Ader für einen sich ändernden elektrischen Strom zu reduzieren, ist erfindungsgemäß ein die Ader durchziehender Leiterkörper (z. B. 20) mit Vertiefungen (21)/Erhöhungen (22) versehen. Diese Vertiefungen/Erhöhungen vergrößern die Oberfläche des Leiterkörpers in einer solchen Weise, daß die durch den Skineffekt bedingte Zunahme des Leiterwiderstandes und damit der Leitungsdämpfung bei hohen Frequenzen merklich gemindert wird. Mit Hilfe der Erfindung wird zudem ein Verfahren zur Herstellung derartiger Adern bereitgestellt.



DE 195 19 582 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ader für einen sich ändernden elektrischen Strom, insbesondere zur Übertragung hochfrequenter Wechselströme, mit mindestens einem sich in Längsrichtung der Ader erstreckenden Leiterkörper. Desweiteren bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zu deren Herstellung.

Bei Gleichstrom ist der Querschnitt eines geradlinigen Leiters überall gleichmäßig vom Strom durchflossen. Bei Wechselstrom ist die Stromdichte über den Querschnitt nicht mehr konstant sondern nimmt von der Oberfläche nach innen hin ab, und zwar um so mehr, je höher die Frequenz ist. Bei sehr hohen Frequenzen ist das Innere der Leiter praktisch stromlos, und der Strom fließt nur noch in einer dünnen Schicht an der Leiteroberfläche. Diese Erscheinung ist allgemein bekannt als Hautwirkung oder Skineffekt.

Als Folge des Skineffektes vermindert sich also der wirksame Querschnitt des Leiters, was zu einer entsprechenden Erhöhung des Wirkwiderstandes mit zunehmender Frequenz führt. Besonders betroffen von dieser Erscheinung sind Leitungen zur Übertragung von Signalen hoher und höchster Frequenz, wie sie z. B. in digitalen Datennetzen verwendet werden, wo Frequenzen im 1-MHz-Bereich und darüber zu übertragen sind.

Bei derzeitigen modernen Kabeln mit verseilten Adern aus Kupferdraht eines Durchmessers von z. B. 0,52 mm kann die Dämpfung bei 20 MHz 8,1 dB/100 m betragen, bei 155 MHz beträgt sie etwa das Dreifache (24,6 dB/100 m). Ein wesentlicher Teil dieser Dämpfungszunahme ist auf den Skineffekt zurückzuführen.

Das Anwachsen der Leiterwiderstände mit wachsender Frequenz hat in der Vergangenheit zu zahlreichen Versuchen geführt, diesen Effekt zu reduzieren. Die bekannteste Lösung ist die HF-Litze, bei der anstelle eines massiven Leiters zahlreiche voneinander isolierte Drähte kleinen Durchmessers verwendet werden. Dann ist, entsprechend den bekannten Formeln für den Skineffekt, die frequenzabhängige Widerstandserhöhung pro Leiterquerschnitt in den Einzeldrähten wegen der dadurch erzielten größeren Oberfläche wesentlich geringer als beim massiven Draht. Wichtig ist dabei die einwandfreie Isolation der Drähte gegeneinander. Zu fordern ist ferner, daß alle Einzeldrähte den gleichen Strom führen; zu diesem Zweck werden die Einzeldrähte untereinander in derartiger Weise verdreht, daß in einem längeren Litzendraht jeder Einzeldraht seinen Platz im Querschnitt häufig und so systematisch ändert, daß er jede Lage im Querschnitt gleich oft einnimmt. Dies macht die Herstellung von Litzendraht aufwendig.

Um diesen Nachteil zu vermeiden, wurde in der DE 39 11 172 A1 angeregt, statt einer Aufteilung einer Leitungssader in einzelne Litzendrähte einen flachen massiven Leiter zu verwenden, der möglichst breit im Verhältnis zu seiner Dicke ist, um eine möglichst große Oberfläche zu erhalten und dadurch die Wirkung des Skineffektes zu mindern. Diese Konstruktion soll speziell für Leiterkabel zur Übertragung von Tonfrequenzsignalen im Audiobereich geeignet sein. Es ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, einen flachen bandförmigen Leiter als Ader auszubilden, die in herkömmlicher Weise mit anderen gleichartigen Adern zu einem Kabel verseilt werden kann. Zur Herstellung eines mehradrigen Rundkabels beispielsweise müssen die Bandleiter in mehreren coaxialen Lagen wendelförmig um einen Kabelkern gewickelt werden, jeweils unter Zwischenschaltung einer Lage aus Isoliermaterial. Nachteil des Ver-

fahrens ist eine zusätzliche Induktivität, sowie eine zusätzliche Signallaufzeitverzögerung. Hinzu kommt, daß durch den sich dadurch ergebenden längeren Leiter die Grunddämpfung erheblich erhöht wird. Neben der nicht ganz einfachen Herstellung und Handhabung der dünnen Leiterbänder (das Verhältnis von Breite zur Dicke soll vorzugsweise etwa 250 betragen) bedarf es zusätzlich einer speziellen Wickeltechnik und eigens konstruierter Vorrichtungen hierzu, was die Kabelherstellung insgesamt verteuert.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine weitere Ader für einen sich ändernden elektrischen Strom nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zu deren Herstellung, zur Verfügung zu stellen. Die Bezeichnung "Ader" sei hier im allgemeinsten Sinne verstanden; sie umfasse jede Art von Leiterzug für Wechselstromleitungen beliebiger Art, also nicht nur Adern für Zwei- oder Mehrdrahtleitungen und verseilte Kabel, sondern z. B. auch die allgemein zylindrischen Innenleiter von Koaxialkabeln und eventuell sogar deren rohrförmige Außenleiter, sowie Kabelabschirmungen.

Obiges Ziel wird entsprechend dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 bei einer gattungsgemäßen Ader dadurch erreicht, daß der Leiterkörper mit Vertiefungen und/oder Erhöhungen versehen ist, die eine den Skineffekt merklich reduzierende Vergrößerung der Leiteroberfläche ergeben. Ein derartiger Leiterkörper ist sehr einfach und kostengünstig zu realisieren.

Zudem wird obiges Ziel durch ein Verfahren gemäß Gegenstand des Anspruchs 17 zur Herstellung eines Leitkörpers erreicht, der durch ein- oder mehrstufiges Ziehen auf eine Querschnittsform mit Vertiefungen und/oder Erhöhungen gebracht wird, die eine den Skineffekt merklich reduzierende Vergrößerung der Leiteroberfläche bewirken. Dabei kann der erfindungsgemäße Leiterdraht z. B. wie ein herkömmlicher Leiterdraht (unter Anwendung herkömmlicher Techniken zur Herstellung von Leitungen oder Kabeln) durch Ziehen hergestellt werden, wobei jedoch zumindest die letzten Düsen ("Ziehsteine") der Ziehvorrichtung mit Profilen ausgestattet werden, die dem Draht die gewünschte Querschnittsform verleihen. Es hat sich gezeigt, daß die derzeit verfügbaren Kupferdrahtziehmittel geeignet sind, bei entsprechender Ausbildung von Ziehdüsen einen kupfernen Leiterkörper gemäß der Erfindung zu bilden. Wenn man bedenkt, daß z. B. auf der langen und vierteiligen Fertigungslinie zur Herstellung eines komplexen Kabels nur eine oder einige Ziehdüse(n) verändert werden muß/müssen, um dem Kabel einen wesentlichen Teil seiner Dämpfung zu nehmen, dann läßt sich ermes-

sen, welch sprunghafte Bereicherung der Technik die Erfindung darstellt. Je nach Dicke und Material der herzustellenden Ader können aber auch andere formgebende Techniken angewandt werden, z. B. Formpressen, Walzen oder Strangpressen. Letzteres eignet sich insbesondere für Aluminium und für den Fall, daß die betreffende Ader als Koaxial-Außenleiter oder Abschirmung rohrförmig auszubilden ist, wobei die erfindungsgemäßen Vertiefungen an der Innenwandung vorzusehen sind.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Form und Abmessung der Vertiefungen/Erhöhungen können jeweils nach Bedarf gewählt werden.

Insbesondere aus fertigungstechnischen Gründen ist es vorteilhaft, die Vertiefungen und/oder Erhöhungen um den Umfang des Leitkörpers verteilt, besonders vorteilhaft in gleichmäßigen Abständen durchgehend über

dessen Länge anzuordnen. Weiter, unter Symmetrieaspekten weisen die Vertiefungen und/oder Erhöhungen vorteilhaft gleiche Querschnittsform und -abmessungen auf.

Die Vertiefungen/Erhöhungen können so gestaltet sein, daß sich für den Leiterkörper eine Querschnittsgestalt mit sinusähnlich gewellter Umrißlinie ergibt. Sie können aber auch rechteckige oder trapezförmige oder dreieckige Querschnittsform haben und/oder zumindest am Boden konkav gerundet sein.

Durch gegenseitige Abstimmung der Tiefe, der Breite und der Form der Vertiefungen/Erhöhungen sowie der an der Oberfläche gemessenen Breite der zwischen den Vertiefungen liegenden Erhöhungen läßt sich jeweils ein gewünschtes Maß an Oberflächenvergrößerung erzielen, und es lassen sich Kompromisse zwischen der Reduzierung des Skineffektes und eventuellen nachteiligen Begleiteffekten (z. B. Festigkeitsprobleme oder ein etwaiger Proximity-Effekt zwischen eng benachbarten Erhöhungen des Querschnittsprofils) finden. Sofern es das angewandte Formgebungsverfahren erlaubt, kann es vorteilhaft sein, zumindest einige der Vertiefungen zu unterschneiden oder am Boden zu verbreitern bzw. auszuhöhlen, um die Oberfläche weiter zu vergrößern.

Bei genügender Breite und Tiefe der Vertiefungen lassen sich zusätzliche Leiterkörper in Form von Drähten darin einbetten, die gegenüber dem Haupt-Leiterkörper isoliert sind, aber an den Enden zur selben Ader zusammengeschaltet sind. Dies bringt eine zusätzliche Vergrößerung der effektiven Gesamtoberfläche der Ader. Um ausreichend Platz für solche Drähte zu schaffen, können bei einem Leiterkörper, der die Seele einer Ader für eine Zwei- oder Mehrdrahtleitung oder des Innenleiters einer Koaxialleitung bilden soll, die Vertiefungen/Erhöhungen so breit und weitreichend sein, daß der Leiterkörper einen kreuz- oder sternförmigen Querschnitt erhält, dessen Erhöhungen (Balken oder Strahlen) eine radiale Länge haben, die größer ist als ihre Dicke. Hierdurch bilden die Vertiefungen/Erhöhungen genügend große Fächer zur Aufnahme zusätzlicher Leiterdrähte.

Günstig kann es sein, wenn die gesamte Struktur der Ader möglichst zentralsymmetrisch um ihre Längsachse ist, d. h. wenn die Umhüllende der Struktur einem Zylinder möglichst nahe kommt. Dies hat neben optimaler Raumausnutzung auch den Vorteil, daß sich die Ader leichter verseilen läßt. Erreicht wird dies dadurch, daß man bei der Gestaltung der Ader dafür sorgt, daß die am weitesten vorstehenden Punkte jeweils aller Erhöhungen des Haupt-Leiterkörpers und gegebenenfalls der zusätzlichen Drähte auf einer gemeinsamen Kreislinie liegen.

Im Falle einer Ausbildung der Ader als rohrförmiges Element zur Verwendung als Koaxial-Außenleiter oder Kabelabschirmung sind die Vertiefungen wie gesagt entlang der Innenwandung vorgesehen, denn dort konzentriert sich wegen des Skineffektes der Nutzstrom, während sich der Störstrom an der Außenwandung konzentriert.

Die Erfindung wird nachstehend an verschiedenen Ausführungsbeispielen und anhand von Zeichnungen näher erläutert:

Fig. 1 und 2 sind Querschnittsdarstellungen zweier verschiedener Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Ader mit jeweils einem einzigen Leiterkörper;

Fig. 3 ist eine Querschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen Ader mit einem zentralen kreuzförmigen Leiterkörper und zusätzlichen drahtförmigen Lei-

terkörpern;

Fig. 4 veranschaulicht die verschiedenen Stufen der Formgebung eines erfindungsgemäßen Leiterkörpers mittels eines Ziehverfahrens.

Die in Fig. 1 im Querschnitt dargestellte elektrische Ader enthält einen zentralen Leiterkörper 10 aus einem elektrisch gut leitenden Material wie z. B. Kupfer oder einer Kupferlegierung. Der Leiterkörper 10 hat eine allgemein runde Querschnittsform. Der eingangs beschriebene Skineffekt führt dazu, daß sich bei hohen Frequenzen der durch den Leiterkörper fließende Strom an der Oberfläche konzentriert, so daß der elektrische Widerstand des Leiterkörpers praktisch dem Widerstand einer dünnen Haut an der Oberfläche entspricht. Um die effektive Querschnittsfläche dieser stromleitenden Haut zu vergrößern und dadurch die infolge des Skineffektes auftretende Widerstandserhöhung zu vermindern, ist die Oberfläche des Leiterkörpers 10 nicht glatt-zylindrisch ausgebildet, sondern in Längsrichtung gerillt, so daß sich eine Querschnittsgestalt mit gewellter Umrißlinie ergibt, wie in Fig. 1 dargestellt. Diese durch Rillen in Form von Vertiefungen/Erhöhungen 11, 12 herbeigeführte Wellung führt zu einer des Skineffekt und damit die Dämpfung der Leitung merklich reduzierenden Vergrößerung der Leiteroberfläche.

Das Ausmaß der Oberflächenvergrößerung hängt von der Gestalt und den Abmessungen der eingebrachten Vertiefungen ab. Die Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform mit einem Leiterkörper 20, der insgesamt acht Vertiefungen 21 aufweist, die um den Umfang des Leiterkörpers 20 gleichmäßig verteilt angeordnet sind und jeweils rechteckige Querschnittsform haben. Die Tiefe und die Breite der Vertiefungen 21 ist jeweils gleich der am Außenumfang gemessenen Breite der zwischen den Vertiefungen 21 liegenden Erhöhungen 22. Hierdurch ist die Oberfläche des Leiterkörpers 20 doppelt so groß wie diejenige eines glatt-zylindrischen Körpers gleichen Außendurchmessers. Ein Kabel, dessen Adern jeweils einen solchen glatt-zylindrischen Leiterkörper mit einem Durchmesser von z. B. 0,52 mm aufweisen, hat in einer üblichen Realisierungsform bei 100 MHz z. B. eine Dämpfung von 19,8 dB/100 m. Versieht man hingegen den Leiterkörper mit Vertiefungen gemäß der Fig. 2, die zu einer Verdoppelung der Oberfläche führen, dann ergibt sich bei gleichem Durchmesser und auch ansonsten gleicher Ausbildung des Kabels eine Verminderung der Dämpfung um etwa 3–6 dB/100 m, wie Versuche gezeigt haben.

Bei vorgegebener Dämpfungsreduzierung kann aufgrund der erfindungsgemäßen Oberflächenvergrößerung der bekannte Querschnittsdurchmesser des Leiterkörpers und damit der gesamten Ader verringert werden. Dies führt selbstverständlich dann zu geringerem Platzbedarf der Ader — beispielsweise in einem Kabel — wie aber auch zu einer deutlichen Materialreduzierung für den Leiterkörper.

Die Form und die relativen Abmessungen der in den Leiterkörper eingebrachten Vertiefungen/Erhöhungen können natürlich auch anders sein, als es in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Bei größerer Tiefe der Vertiefungen oder Hinterschneidung der Wände bzw. Aushöhlung des Bodenbereiches ergibt sich eine noch weitere Vergrößerung der Oberfläche. Statt der in Fig. 2 gezeigten rechteckigen Vertiefungen können auch Nuten mit V-förmigem (dreieckigem) oder trapezförmigem oder stark gerundetem Profil eingebracht werden.

Die Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher

ein zentraler Leiterkörper 30 mit vier Vertiefungen 31 derartiger Gestalt ausgestaltet ist, daß dieser Körper eine kreuzförmige Querschnittsform erhält. Die hiermit bewirkte Oberflächenvergrößerung gegenüber einem zylindrischen Leiterkörper ist zwar nicht so ausgeprägt wie im Falle der Fig. 2, jedoch geben die vorhandenen Vertiefungen genügend Platz zur Einbettung weiterer Leiterkörper in Form von vier Drähten 33, die gegenüber dem Leiterkörper 30 isoliert sind, aber mit diesem elektrisch eine gemeinsame Ader bilden (durch elektrische Verbindung an den Enden der Leitung). Die wirk-
same Gesamtoberfläche dieses Leitersystems ist somit größer als diejenige des kreuzförmigen Leiterkörpers 30 allein und somit wesentlich größer als z. B. die Oberfläche eines massiven zylindrischen Leiters gleichen Durchmessers. Um die Drähte 33 vom kreuzförmigen Leiterkörper 30 zu isolieren, können entweder diese Drähte ober oder aber der Leiterkörper 30 von einer Isolierschicht (z. B. Lack) überzogen sein. Der Leiterkörper 30 kann statt der dargestellten vier Vertiefungen auch drei oder fünf oder mehr Vertiefungen haben, so daß sich eine sternförmige Querschnittsgestalt ergibt, die zwischen ihren Erhöhungen 32 in Form von Balken bzw. Strahlen jeweils genügend Raum für einen Draht ähnlich den Drähten 33 läßt.

Der mit den Vertiefungen 11; 21 versehene Leiterkörper wie z. B. der Leiterkörper 10 oder 20 nach den Fig. 1 oder 2 kann, ebenso wie das mehrteilige Leiterkörpersystem 30, 33 nach Fig. 3, jeweils zentraler Bestandteil einer Kabelader sein, die zwischen dem Leiterkörper einerseits und einer Außenhaut 19 andererseits eine Stützschicht 18 aus geschäumtem isolierendem Material aufweist. Die Außenhaut 19 kann eine Abschirmung aus leitendem Material oder einfach ein Kunststoffmantel sein, der die Ader gegen Fremdmaterialien oder mechanische Einflüsse schützt.

Die Herstellung eines Leiterkörpers mit den beschriebenen Vertiefungen ist denkbar einfach. Im Prinzip eignen sich alle formgebenden Verfahren zur Profilierung von Draht- oder Strangmaterial. Insbesondere für Leiterkörper aus Kupfer kann vorzugsweise ein Drahtziehverfahren angewandt werden, bei welchem zumindest die letzte der hintereinandergeschalteten Ziehdüsen dem anfänglich als glatten Draht kreisförmigen Querschnitts eingeführten Werkstück Schritt für Schritt die jeweils gewünschte Querschnittsgestalt verleiht. Der anfängliche glatte Draht kann, bei entsprechend gewandelter Form der Ziehdüsen, natürlich auch eine von der Kreisform abweichende Querschnittsgestalt haben, z. B. elliptisch.

In der Fig. 4 ist ein Beispiel dafür gezeigt, wie aus einem zylindrischen Draht ein Leiterkörper geschaffen wird, der acht regelmäßig um den Umfang verteilte Vertiefungen/Erhöhungen aufweist. Die Kontur des Ausgangsmaterials (hier ein glatt-runder Draht) ist durch die Linie K1, die Kontur des Endproduktes durch die Linie K5 dargestellt. Der runde Draht mit der Kontur K1 wird durch aufeinanderfolgende Ziehdüsen gezogen, die ihm Schritt für Schritt die Konturen K2, K3 und K4 verleihen, bis in der letzten Ziehdüse die Kontur K5 erreicht wird.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigten Leiterkörper 10 und 20 und auch das Leiterkörper-System 30, 33 nach Fig. 3 sind so beschaffen, daß ihre umgebende Hüllkurve möglichst gut einem Kreis angenähert ist. Dies bringt Vorteile beim Verseilen. Der Hauptzweck jedoch, nämlich die Verminderung der durch den Skinneffekt bedingten Leitungsdämpfung, läßt sich aber auch mit elliptischer

Hüllkurve erzielen.

Die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen betreffen Leiterkörper, die in Adern für Zwei- oder Mehrdrahtleitungen oder für Innenleiter von Koaxialleitungen verwendet werden können. Im Prinzip läßt sich die Erfindung jedoch auch auf Außenleiter von Koaxialleitungen anwenden, wobei die Vertiefungen vorzugsweise entlang der Innenwand des rohrförmigen Außenleiters verlaufen, weil sich der Nutzstrom an dieser Stelle infolge des Skinneffektes konzentriert.

Patentansprüche

1. Ader für einen sich änderenden elektrischen Strom, insbesondere zur Übertragung hochfrequenter Wechselströme, mit mindestens einem sich in Längsrichtung der Ader erstreckenden Leiterkörper (10; 20; 30), dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterkörper (10; 20; 30) mit Vertiefungen (11; 21; 31) und/oder Erhöhungen (12; 22; 32) versehen ist, die eine den Skinneffekt merklich reduzierende Vergrößerung der Leiteroberfläche ergeben.
2. Ader nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (11; 21; 31) und/oder Erhöhungen (12; 22; 32) um den Umfang des Leiterkörpers verteilt angeordnet sind und sich durchgehend über dessen Länge erstrecken.
3. Ader nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (11; 21; 31) und/oder Erhöhungen (12; 22; 32) in gleichmäßigen Abständen um den Umfang des Leiterkörpers (10; 20; 30) verteilt liegen und jeweils gleiche Querschnittsform und -abmessungen haben.
4. Ader nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine solche Querschnittsform der Vertiefungen (11)/Erhöhungen (12), daß sich für den Leiterkörper (10) eine Querschnittsgestalt mit sinusähnlich gewellter Umrißlinie ergibt.
5. Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsform der Vertiefungen-/Erhöhungen (21, 31; 22, 32) rechteckig oder trapezförmig oder V-förmig und/oder zumindest am Boden konkav gerundet oder gehöhlt ist.
6. Ader nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine derartige Querschnittsgestalt des Leiterkörpers (10; 20; 30), daß die am weitesten vorstehenden Punkte aller zwischen den Vertiefungen (11; 21; 31) gelegenen Erhöhungen (12; 22; 32) zumindest annähernd auf einer gemeinsamen Kreislinie liegen.
7. Ader nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einigen oder allen Vertiefungen (31) bzw. zwischen den Erhöhungen (32) des Leiterkörpers (30) jeweils ein sich über die Länge des Leiterkörpers (30) erstreckender und von diesem isolierter, aber Bestand derselben Ader bildender leitender Draht (33) eingebettet ist.
8. Ader nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der die Vertiefungen (31) bzw. Erhöhungen (32) aufweisende Leiterkörper (30) und/oder jeder Draht (33) einen isolierenden Überzug aufweist.
9. Ader nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (31) und/oder Erhöhungen (32) dem Leiterkörper (30) einen kreuz- oder sternförmigen Querschnitt verleihen, wobei die Erhöhungen (Balken oder Strahlen) (32) jeweils eine radiale Länge haben, die größer ist als ihre Dicke.

10. Ader nach einem der Ansprüche 7 bis 9, gekennzeichnet durch eine derartige Wahl der Querschnittsgestalt und -abmessungen und der relativen Lage des Leiterkörpers (30) und der Drähte (33), daß die am weitesten vorstehenden Punkte jeweils 5 aller dieser Teile (30, 33) zumindest annähernd auf einer gemeinsamen Kreislinie liegen.
11. Ader nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Leiterkörper (10; 20; 30, 33) als Ganzes mit einer Isolierung (18) umkleidet sind. 10
12. Ader nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung eine den oder die Leiterkörper (10; 20; 30, 33) als Ganzes umhüllende Stüttschicht (18) aus isolierendem oder dielektrischem 15 Material aufweist.
13. Ader nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (18) von einer Außenhaut (19) ummantelt ist.
14. Ader nach einem der vorstehenden Ansprüche, 20 dadurch gekennzeichnet, daß der die Vertiefungen (11; 21; 31)/Erhöhungen (12; 22; 32) aufweisende Leiterkörper (10; 20; 30) aus einem glatten Draht (K1) vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegung durch Ziehen (K2—K5) unter Verwendung 25 wenigstens einer entsprechend geformten Ziehdüse auf seine Querschnittsgestalt gebracht ist.
15. Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterkörper (10; 20; 30) rohrförmig ist und die Vertiefungen (11; 21; 31) 30 entlang seiner Innenwand verlaufen.
16. Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der die Vertiefungen (11; 21; 31)/Erhöhungen (12; 22; 32) aufweisende Leiterkörper (10; 20; 30) ein 35 durch Strangpressen oder Walzen hergestellter Profilkörper ist.
17. Verfahren zur Herstellung eines Leiterkörpers, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, der durch ein- oder mehrstufiger Ziehen 40 auf eine Querschnittsform mit Vertiefungen und/oder Erhöhungen gebracht wird, die eine den Skin-effekt merklich reduzierende Vergrößerung der Leiteroberfläche bewirkt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

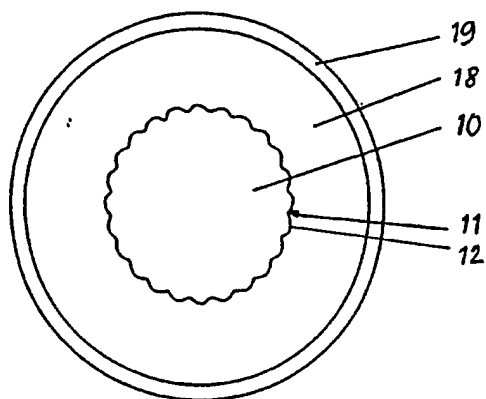


Fig. 1

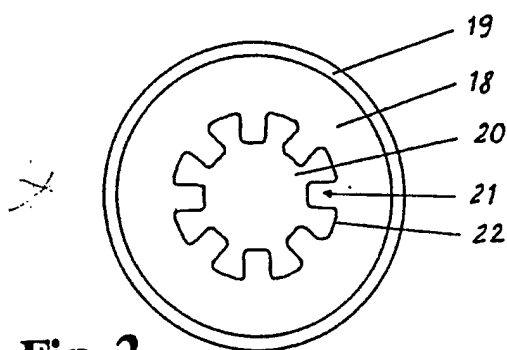


Fig. 2

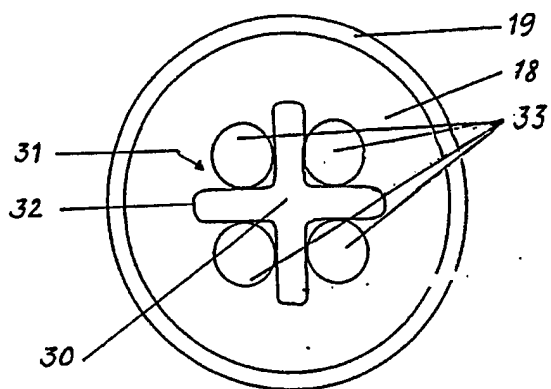


Fig. 3

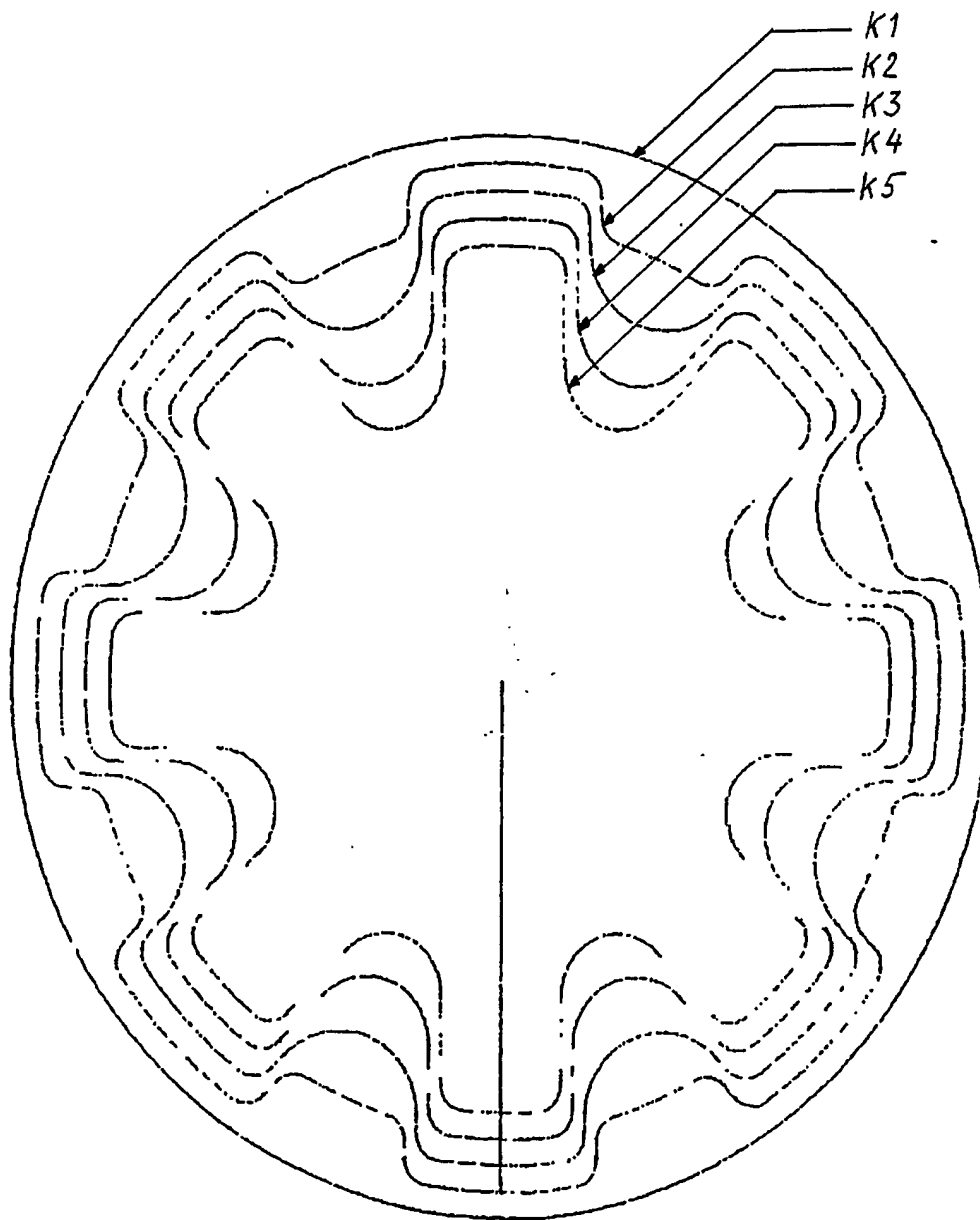


Fig. 4